

UPLATNENIE GIS V OCHRANE PRED POVODŇAMI

Ing. Zuzana Lubinszká

Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53
Zvolen, Slovenská republika, e-mail: lubinszky@gmail.com

Abstract

This article presents the application of GIS in flood protection, regarding its prevention and minimization of its impacts. There are introduced currently used systems for flood modeling and visualization flood warning as well as the design of complex systems appropriate for emergency planning in case of the flood or for rescue forces training.

Key words

Emergency planning, flood, flood plan, GIS, modeling

1 Povodeň a havarijné plánovanie v prípade povodne

Prírodné katastrofy sú súčasťou života, vždy existovali a budú existovať. Jednou z nich sú aj povodne.

Povodeň je prechodné výrazné zvýšenie hladiny vodného toku, pri ktorom bezprostredne hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku už vylieva. Najčastejšou príčinou vzniku povodní sú extrémne intenzívne dažde alebo náhle roztápanie snehu kombinované s výrazne zníženou schopnosťou, niekde až neschopnosťou územia zadržať dažďovú vodu (z dôvodu poškodenia krajiny – napr. rozorané medze, zlikvidované remízky, vysušené močiare, či odvodnená poľnohospodárska pôda). Rozsiahle asfaltové alebo betónové plochy miest prispievajú k rýchlemu odtoku dažďových vôd a k vysušovaniu pôdy pod týmito zastavanými plochami, vrátane znižovania zásob podzemných vôd a zmeny klímy v mestách. Tieto faktory spôsobujú zmeny odtokových pomerov a zvyšujú riziko lokálnych povodní. Vysušená pôda bez protieróznych opatrení (napríklad polia o rozlohe desiatok hektárov bez akejkoľvek vegetácie, či protieróznych opatrení) sa správa ako nepriepustný film. V takto poškodenom území môže ľahko vzniknúť povodňová vlna, ktorá sa v priebehu pár desiatok minút resp. hodín zdvihne na 3 či 4 metre, aj pri potôčiku, ktorého výška hladiny vody je zvyčajne 20 či 30 centimetrov.

Priepusty a mosty sa tak stávajú rizikom kvôli ich možnému upchaniu v čase privalových dažďov. Problémom v povodí však nie sú priepusty a mosty, ale poškodená krajina, ktorá nedokáže udržať dažďovú vodu. Existuje priamy súvis príčin vzniku povodní a prebiehajúcich zmien klímy. Zmeny klimatických podmienok spôsobujú ďalšie extrémne prejavy počasia – víchrice, mimoriadne horúce letá a dlhšie obdobia roka bez dažďa. Doterajšie dlhodobé

uplatňované technologické postupy a spôsob hospodárenia s vodou v krajine spôsobujú postupný a trvalý pokles objemu zrážok, ktoré spadnú na naše územie a urýchľovanie odtoku vody z nášho územia. Tento fakt je spoločným menovateľom príčin vzniku povodní ako aj postupne silnejúcich extrémnych prejavov počasia, vrátane povrchového prehrievania územia.

Z hľadiska havarijného plánovania *ochranu pred povodňami* rieši zákon NR SR č. 666/2004 Z. z. o ochrane pred povodňami, ktorý upravuje organizáciu ochrany pred povodňami, pôsobnosť orgánov štátnej správy ochrany pred povodňami, práva a povinnosti právnických osôb a fyzických osôb pri činnostiach súvisiacich s poskytovaním pomoci pri ochrane pred povodňami a pri koordinácii týchto činností. Tento zákon nadobudol účinnosť 1. januára 2005.

Ochrana pred povodňami je chápaná ako súbor technických opatrení a organizačných opatrení orgánov štátnej správy a obcí, povodňových komisií, správcu vodohospodársky významných vodných tokov a správcov drobných vodných tokov, vlastníkov a správcov vodných stavieb, iných právnických osôb a fyzických osôb na predchádzanie vzniku povodne a na zmiernenie jej následkov [1].

Opatreniami na ochranu pred povodňami sú najmä (obr.1):

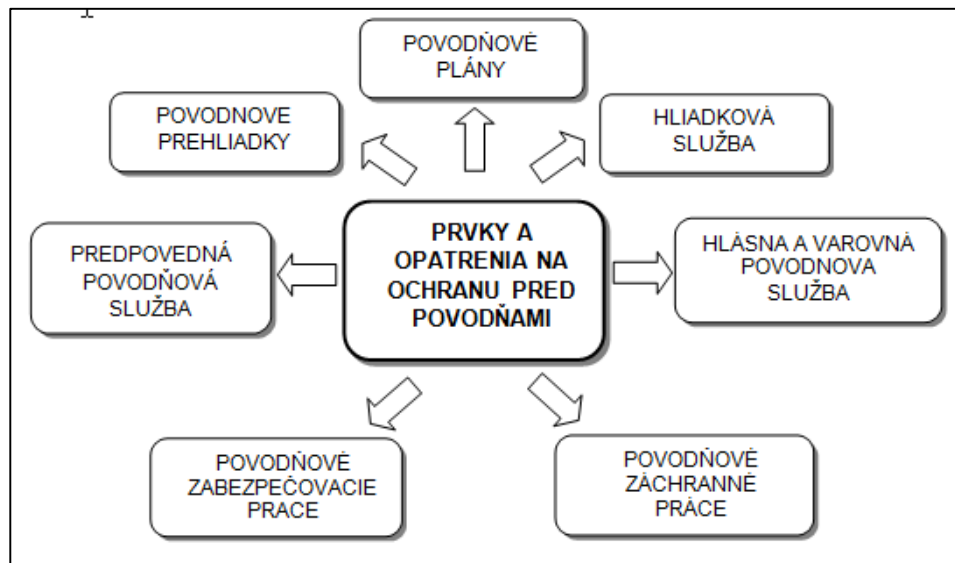
- povodňové plány,
- povodňové prehliadky,
- predpovedná a hlásna služba,
- varovná povodňová služba,
- hliadková služba,
- povodňové zabezpečovacie práce,
- povodňové záchranné práce.

Opatrenia na ochranu pred povodňami sú vykonávané preventívne, v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni.

Povodňový plán je dokument organizačného a technického charakteru, ktorý obsahuje úlohy a povinnosti orgánov štátnej správy ochrany pred povodňami, správcov vodných tokov, vlastníkov a správcov vodných stavieb a iných právnických a fyzických osôb pri ochrane pred povodňami a skladá sa z:

- povodňového plánu zabezpečovacích prác,
- povodňového plánu záchranných prác.

Príprava ochrany pred povodňami je zahrnutá do povodňových plánov, ktoré vyhotovujú orgány štátnej správy ochrany pred povodňami na všetkých stupňoch.



Obr. 1 Štruktúra prvkov a opatrení na ochranu pred povodňami

Orgánmi štátnej správy na úseku ochrany pred povodňami sú:

- Ministerstvo životného prostredia SR,
- krajské úrady životného prostredia,
- obvodné úrady životného prostredia,
- obce.

Povodňové plány zabezpečovacích prác vypracúvajú aj právnické osoby a podnikajúce fyzické osoby, ktorých objekty môžu byť postihnuté povodňou. Tieto plány tvoria súčasť povodňových plánov obce.

Povodňové plány stavieb zasahujúcich do vodného toku, do jeho inundačného územia alebo do vodných stavieb schvaľuje orgán štátnej správy ochrany pred povodňami na základe súhlasného stanoviska správcu vodného toku.

Schválené povodňové plány sú každý rok preskúmané a podľa potreby aktualizované tak, aby boli zmeny a doplnky schválené do konca kalendárneho roka. Zmeny podstatného významu, napríklad zmeny vyhlásenia stupňov povodňovej aktivity, zmeny, ktoré majú vplyv na odtokový režim, zmeny manipulačných poriadkov vodných stavieb a ďalšie sú zapracované do povodňových plánov bezodkladne.

Povodňové plány zabezpečovacích prác vypracúvajú:

- správcovia vodných tokov,
- správcovia produktovodov zasahujúcich do vodného toku,
- vlastníci, správcovia alebo užívatelia vodných stavieb a zariadení pri vodných tokoch a vodných nádržiach,
- zhotovitelia stavieb na vodných tokoch počas ich výstavby.

Správca vodohospodársky významných vodných tokov organizuje vypracovanie plánov povodňových zabezpečovacích prác podľa hydrologických povodí a podľa územia svojej pôsobnosti.

Povodňové zabezpečovacie práce sú technické opatrenia a organizačné opatrenia na ochranu pred povodňami na vodných tokoch, na vodných stavbách a na iných objektoch na vodných tokoch, v inundačných a v zátopových územiach na uvoľňovanie a obnovovanie voľného prietoku vodného toku.

Povodňové plány záchranných prác vypracúvajú:

- krajské riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru,
- okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru,
- obce v nadväznosti na povodňové plány zabezpečovacích prác.

Povodňové záchranné práce sú technické opatrenia a organizačné opatrenia vykonávané na záchranu životov, zdravia a majetku v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni v bezprostredne ohrozených alebo už zaplavených územiach.

2 GIS a ich uplatnenie v analýze rizík vzniku povodne

Terminológia z oblasti rizík prírodných mimoriadnych udalostí, akými sú aj povodne na našom území, zahŕňa niekoľko pojmov: riziko, hazard, expozícia, zraniteľnosť (vulnerability), pružnosť systému (resilience), odolnosť systému (resistance).

Pojem *hazard* popisuje aktuálne nebezpečenstvo, ktorým je dané prostredie ohrozované. Tým je v tomto prípade samotná povodeň, t.j. hazard = povodeň. Hazard je zároveň funkciou expozície a zraniteľnosti, t.j. $H = f(E, Z)$.

Zraniteľnosť (vulnerability) je v našich podmienkach veľakrát zamieňaná s expozíciou. Intuitívne je chápaná ako slabé miesto, ktoré je ohrozované jedným alebo skupinou negatívnych faktorov, resp. činiteľov. V skutočnosti sa tento pojem však používa na popísanie dopadov daného hazardu, v tomto prípade povodne na najčastejšie tieto 3 sféry: životné prostredie (environment), ekonomika a spoločnosť. Niekedy sa vyskytuje aj hodnotenie dopadov aj v oblasti fyzickej geografie.

Spomínané slabé miesta je možné vyjadriť prostredníctvom *expozície*. Pojem expozícia sa používa na popísanie prostredia s priradením váh jeho jednotlivým charakteristikám. Napríklad rozčlenenie územia do výškových stupňov z hľadiska nebezpečenstva vzniku povodne či klasifikácia územia do stupňov nebezpečenstva vzniku povodne z hľadiska typu krajinej pokrývky, resp. typu využívania krajiny (urbanistické oblasti, lesné oblasti, poľnohospodárska krajina). Do tejto kategórie spadá aj počet obyvateľov žijúcich v danej oblasti či hodnotenie HDP.

Pružnosť systému (resilience) je v nepriamej úmere k zraniteľnosti (vulnerability) prostredia: $P = 1/Z$. Definuje opatrenie, ktoré je potrebné vykonať za účelom minimalizácie dopadov daného hazardu najčastejšie na životné prostredie, ekonomiku, spoločnosť. Tieto opatrenia môžu mať

charakter rôznych typov zabezpečovacích prác s využitím najnovších technológií, legislatívnych zmien či výchovy obyvateľstva k bezpečnému a racionálnemu sa správaniu.

Odolnosť systému (resistance) je prirodzenou vlastnosťou systému, ktorá ho predurčuje k tomu, aby bol schopný odolať pôsobeniu negatívneho faktora či skupiny negatívnych faktorov bez poškodenia, resp. len s minimálnym poškodením.

Riziko samotné je funkciou hazardu a zraniteľnosti systému: $R = f(H, Z)$. Vyjadruje sa pravdepodobnosťou zničenia daného systému alebo pravdepodobnosťou vzniku daného hazardu (negatívneho javu). Pre výpočet tejto pravdepodobnosti je možné použiť ako matematické, tak aj štatistické metódy. Stanovenie rizika je podstatou tvorby protipovodňových varovných systémov.

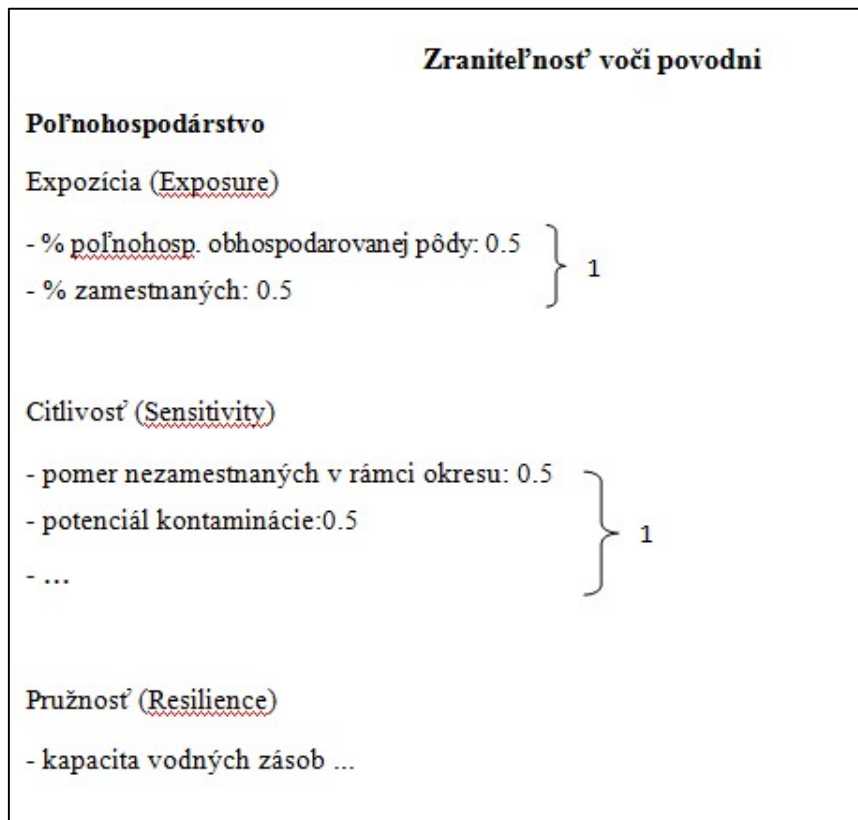
Geografický informačný systém (GIS) je technológiou, nástrojom na podporu procesu rozhodovania. Je to v podstate informačný systém obohatený o grafické zobrazenie objektov a ich vlastností definovaných v pripojenej databáze. Ponúka tak konečnému užívateľovi možnosť nahradiť klasickú mapu so všetkými previazanými údajmi, čím dáva užívateľovi možnosť dynamickej a zároveň užívateľsky prispôsobivej práce s mapou.

Okrem toho toto prostredie ponúka možnosť geografického modelovania a analýzy na témy úplne nové, vytvorené na základe kombinovaných výberov z pôvodných grafických vrstiev. Obsahuje radu užívateľských nástrojov pre prácu s vektorovými a rastrovými údajmi, ktoré umožňujú údaje ďalej podrobne rôznymi spôsobmi a metódami spracovávať a analyzovať.

V analýze rizík vzniku povodne sa GIS využíva na multikriteriálne hodnotenie jednotlivých „rizikových“ faktorov ovplyvňujúcich povodeň a jej vznik, medzi ktoré možno zaradiť aj:

- tvar a veľkosť povodia
- plnenie korýt tokov, prietoky
- prítomnosť prirodzených a umelých nádrží vybudovaných v povodí
- inundačné územie
- výskyt zrážok a ich množstvo za určité časové obdobie
- využitie krajiny (land use)
- lesnatosť povodia
- druh a priepustnosť pôdy
- parametre reliéfu

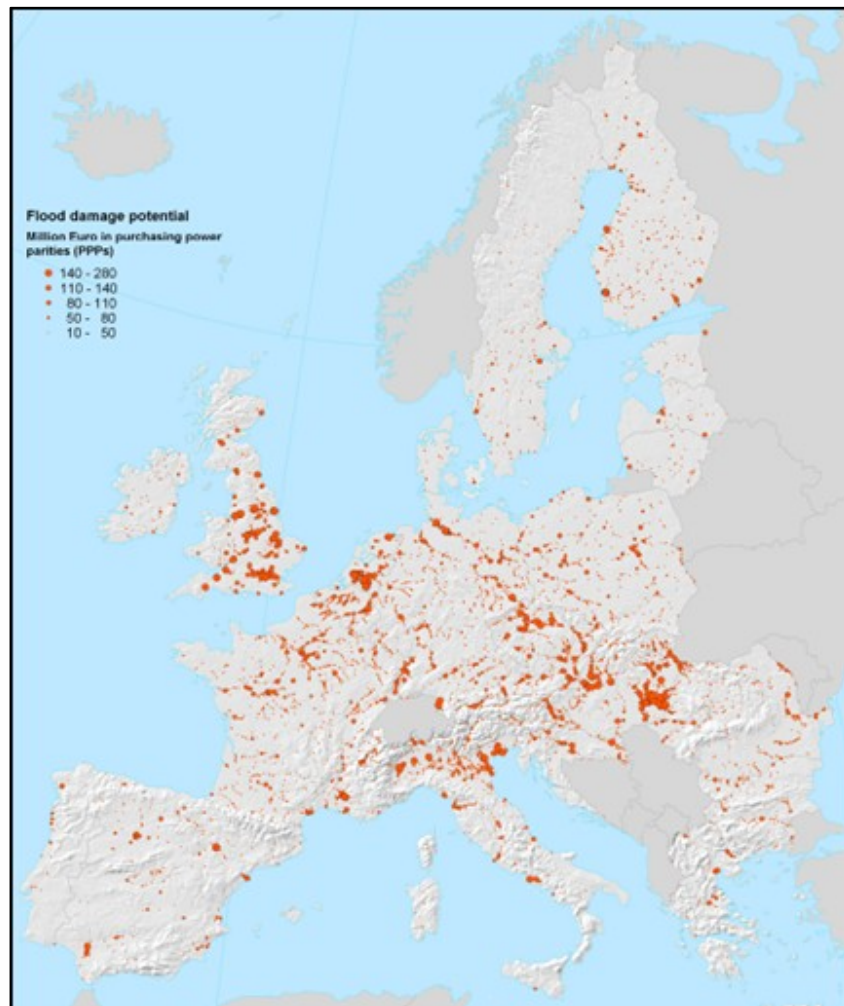
Hodnotiť riziko vzniku povodne možno vykonať na základe výpočtu pravdepodobnosti vzniku povodne, napr. vychádzajúc zo štatistiky výskytu povodní v danej oblasti a následným stanovením frekvencie výskytu povodní alebo multikriteriálnym hodnotením na základe priradenia váh jednotlivým faktorom a skupinám faktorov (obr. 2).



Obr. 2 Príklad priradenia váh jednotlivým faktorom vstupujúcim do hodnotenia zraniteľnosti voči povodni – dopadov povodne na environment, ekonomiku a spoločnosť.

Na hodnotenie možno využiť buď nástroje mapovej algebry alebo do hodnotenia zakomponovať systémy pre podporu priestorového rozhodovania (SDSS).

Výsledky analýz tvoria základ protipovodňových varovných systémov, web aplikácií, ktoré prezentujú na aktuálne nebezpečenstvo vzniku povodní vychádzajúc z aktuálnej meteorologickej situácie a prognózy na najbližšie hodiny (max. 72 hodín). Jedným z nich je aj Európsky povodňový varovný systém EFAS (European Flood Alert System) – obr.3, ktorý každodenne poskytuje mapy povodňového nebezpečenstva vo forme pravdepodobnosti vzniku povodňových škôd na území Európy. Producentom týchto máp je Joint Research Center (JRC), ktorý bol na tento účel poverený Európskou komisiou.



Obr. 3 Mapa potenciálu povodňových škôd v Európe (<http://efas.jrc.ec.europa.eu/>)

3 GIS a ich uplatnenie v ochrane pred povodňami

Z hľadiska ochrany pred povodňami je dôležitá prevencia vzniku tejto mimoriadnej udalosti, ktorá môže prerásť až do katastrofy.

Prevenciou sa rozumie vykonávanie zabezpečovacích prác:

- odstraňovanie prekážok znemožňujúcich plynulý odtok vody,
- ochrana hrádzi proti vlnobitiu, priesakom, erozívnym vplyvom, výverom, ochrana proti preliatiu koruny hrádze a budovanie provizórnych prístupových ciest na tieto účely,
- ochrana koryta vodného toku a jeho brehov pred ich narúšaním, poškodzovaním a pred zosúvaním,
- narúšanie ľadových celín a zátarás,
- mimoriadna manipulácia na vodných stavbách,

- uzavieranie prietrží,
- odvádzanie vôd zo zaplaveného územia, odvádzanie alebo odčerpávanie vnútorných vôd,
- budovanie druhotných ochranných línií,
- provizórne obnovenie prietoku zanesených korýt vodných tokov,
- zriadenie provizórnych hradení na vodných stavbách a hrádzových objektoch,
- opatrenia proti spätnému vzdutiú vody na vyústeniach kanalizácií do vodného toku a na cestných priepustoch a cestných priekopách,
- opatrenia na zamedzenie znečistenia vodného toku nebezpečnými látkami pri zaplavení inundačného územia,
- činnosť povodňových dispečingov a technických štábov,
- mimoriadne merania na účely posúdenia bezpečnosti a stability vodných stavieb,
- zameranie, prípadne označovanie a zameranie výšky hladiny a prietoku na vodných tokoch a hrádzach počas povodne, vrátane záznamov o čase,
- pozemné a letecké merania a prieskumy v súvislosti so sledovaním vývoja povodne a získavaním informácií pre rozhodnutia na realizáciu technických a organizačných opatrení, medzi ktoré patria najmä evakuácia obyvateľstva, úmyselné a riadené zaplavenie chráneného územia a umelé prietrže ochranných línií,
- vytváranie umelých prietrží,
- iné práce vykonané na príkaz orgánu štátnej správy ochrany pred povodňami.

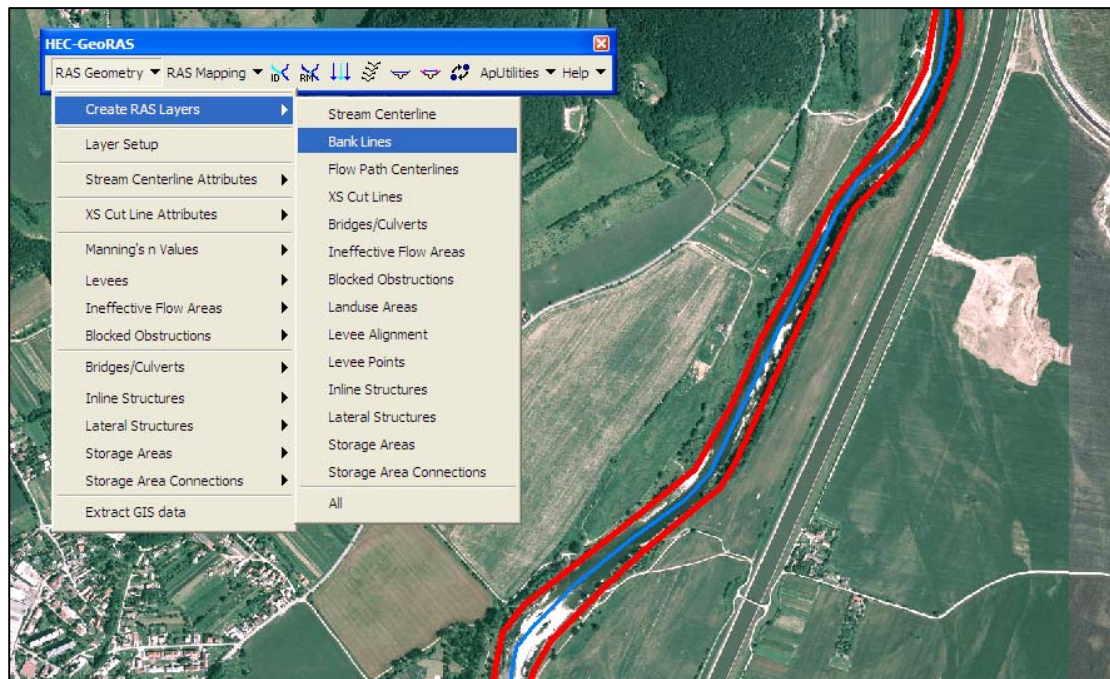
Z hľadiska prevencie je možné GIS uplatniť v modelovaní a simulácii priebehu povodne, pri tvorbe havarijných scenárov priebehu povodne, návrhu zabezpečovacích prác a operačných postupov záchranárskych jednotiek, vychádzajúc z danej modelovej situácie. Tieto možno využiť pre cvičenia záchranárskych jednotiek v čase mimo ohrozenia.

Na modelovanie priebehu povodne sa v súčasnosti využívajú najčastejšie 2 systémy: HEC-RAS a MIKE.

HEC – GeoRAS 4.1 je nadstavba nástrojov v prostredí ArcGIS, ktorá slúži k vyhotoveniu geopriestorových dát. Tieto dáta sú potrebným vstupom do programu HEC – RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System). GeoRAS slúži nielen k vytvoreniu geometrických dát, ktoré sú odvodené z DMR, ale taktiež k spracovaniu a vizualizácii priestorových dát z HEC-RASu [2].

HEC – RAS 4.0 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) je určený k hydraulickému modelovaniu. Práca so súbormi v rámci daného programu prebieha vo vytvorenom projekte. Celý projekt sa skladá z viacerých zložiek. Jednotlivé položky obsahujú geometrické údaje o toku, dáta o prietokoch vody a špecifické dáta potrebné k modelácii (obr. 4). V súčasnosti je tento software najrozšírenejší v USA a v rámci freeware sa v niektorých prípadoch využíva aj na Slovensku [2].

Obidva sú k dispozícii ako freeware čo je jeho nespornou výhodou.



Obr. 4: Znáznorenie brehov rieky v prostredí HEC - GeoRAS

MIKE je jedným z najrozšírenejších komerčných 1D hydrodynamických modelov. Doplnkovým modelom k nemu je produkt MIKE GIS, ktorý umožňuje preprocesing a postprocessing, napr. vizualizáciu záplavových zón. Okrem toho ponúka široké spektrum možností pre samotnú hydrodynamiku ako aj doplnkové moduly pre kvalitu vody, advekčné a disperzné procesy, pohyb splavenín. Systém je schopný riešiť ustálené i neustálené prúdenie. Na vizualizáciu výsledkov, vrátane animácie zmien hladiny slúži program MIKE View, ktorý je freeware [3].

4 GIS a ich uplatnenie v krízovom riadení v prípade vzniku povodne

Pre účely krízového riadenia, najmä podporu rozhodovania krízových štábov, sa GIS uplatňuje najmä pri vizualizácii objektov, ktoré sú dôležité z hľadiska prevencie, t.j. ich ochrany ako aj z hľadiska zásobovania ako aj vizualizáciu výsledkov rôznych analýz, napr. modelovanie priebehu povodne. V prípade povodne sú takýmito záujmovými objektmi, vodné hrádze, brehy tokov, korytá riek ako aj sklady CO, sklady materiálu potrebného na zabezpečenie zabezpečovacích a záchranných prác, obydľia ohrozené povodňovou vodou.

Získanie všetkých potrebných informácií o objektoch, nevynímajúc informáciu o ich polohe, umožňuje zapojiť do rozhodovania aj informačné systémy, ktoré sú naplnené informáciami získanými zisťovaním v teréne. Informácie o polohe týchto objektov otvára možnosti pre tvorbu a uplatnenie geografického informačného systému ako podporného prostriedku.

V zahraničí, po predchádzajúcich negatívnych skúsenostiach s povodňami veľkého rozsahu, bolo vytvorených a implementovaných niekoľko protipovodňových varovných systémov. Vo príspevku sa zaoberáme dvomi, v Európe najznámejšími systémami – INGE a FLIWAS.

Na Slovensku sa len postupne buduje protipovodňový varovný systém POVAPSYS, ktorý však na rozdiel od vyššie spomínaných systémov slúži len na varovanie, vzhľadom na aktuálnu meteorologickú situáciu, najmä množstvo zrážok a stav vodných tokov.

Systémy INGE a FLIWAS sa bežne využívajú na riadenie činností počas povodní. Systém INGE sa využíva najmä na operatívne riadenie zamestnancov verejnej správy (napr. na úrovni obce). Na druhej strane FLIWAS slúži najmä na riešenie krízových situácií, ale na riadenie všetkých zložiek podieľajúcich sa na vykonávaní zabezpečovacích a záchranných prác počas povodne a po povodni (všetky zložky IZS SR, príp. Armáda SR).

Systém INGE

Systém INGE (INteraktive GEfahrenkarte für den kommunalen Hochwasserschutz) vznikol v rámci projektu skupiny INTERREG III B, ako nástroj pre podporu rozhodovania pri plánovaní a vykonávaní ochranných opatrení pri mimoriadnych udalostiach veľkého rozsahu. Jeho vznik podmienila potreba vzniku systému tohto druhu, vyvolaná dramatickou situáciou a negatívnymi skúsenosťami v Sasku zo záplav v roku 2002.

INGE pochádza z produkcie Saského zemského úradu pre životné prostredie a geológiu (LfUG). Ide o systém vhodný na vizualizáciu havarijných podkladov a pre identifikáciu ohrozených objektov podľa aktuálnej, resp. očakávanej úrovne hladiny vody [4].

Je vhodný pre pracovníkov verejnej správy, zapojených do protipovodňovej ochrany. Vďaka všeobecnej a otvorenej koncepcii údajov umožňuje pomocou rôznych druhov údajov zobrazit veľké množstvo stavov a situácií, ktoré sú zaujímavé a potrebné pre riadenie ochrany pred povodňami. Nástrojmi prostredia INGE je možné vyrobiť obsahové väzby, čo má za efekt evidentné uľahčenie a zrýchlenie činností spojených s ochranou pred katastrofami, ako behom cvičenia, tak aj pri plánovaní a dodatočných úpravách.

Vstupné údaje do programu INGE:

- informácie o objektoch
- informácie o inštitúciách
- informácie o zodpovedných osobách
- informácie o referenčných stavoch vody
- fotodokumentácia
- prehľad ostatnej dokumentácie (napr. stavebné plány, plán divadelných predstavení pod.).

Z hľadiska objektov sú pre systém potrebné informácie o skupine a názve objektu, organizácii/inštitúcii zodpovednej za daný objekt, profile objektu, doporučených opatreniach. Z hľadiska inštitúcie sú dôležité informácie ako názov inštitúcie, adresa, telefónne číslo, číslo faxu, mobilu, e-mailová adresa, informácie o zodpovedných osobách v inštitúcii a informácie o objekte, za ktorý je daná inštitúcia zodpovedná.

Z pohľadu zodpovedných osôb sú potrebné informácie o jeho mene, adrese, kontaktných údajoch, o inštitúcii, ku ktorej patrí a o objektoch, za ktoré je daná osoba zodpovedná. Informácie o referenčných stavoch vody predstavujú údaje o mieste merania stavu vody, krajine a názve mesta/obce, názve povodia, názve vodného toku, polohe na vodnom toku (vzdialenosť od

prameňa, ale aj poloha x,y), popise miesta merania vodného stavu, o výške hladiny vody pri jednotlivých stupňoch povodňovej aktivity. Fotodokumentácia sa týka najmä vizualizácie jednotlivých objektov, u ktorých sa očakáva, že budú počas povodne zasiahnuté.

Forma údajov v prostredí INGE:

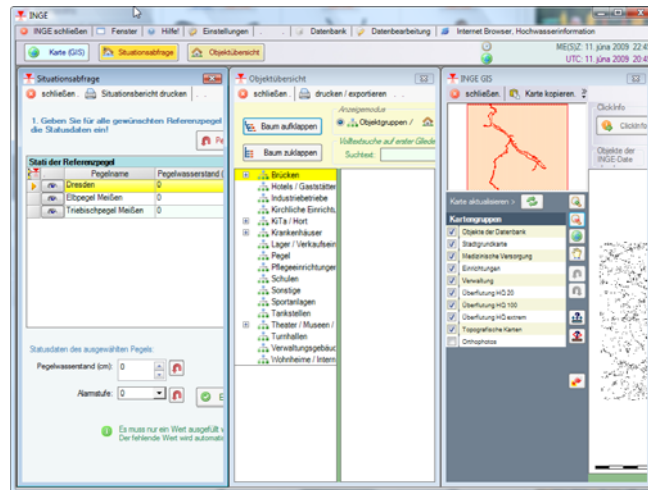
- *Alfanumerickú*

Túto formu majú údaje týkajúce sa objektov, ktoré slúžia na protipovodňovú ochranu alebo objektov, ktoré by mohli byť povodňou zasiahnuté. Ďalej ide o údaje týkajúce sa úrovne hladín vôd, relevantných pre daný región, údaje o inštitúciách a osobách, ktoré majú dočinenie s objektmi v rámci kompetencií alebo pri vyhlasovaní poplachu. V neposlednom rade ide aj o údaje týkajúce sa samotného popisu kompetencií a informácií v súvislosti s vyhlasovaním poplachu.

- *Digitálne fotografie a dokumenty*: ďalšie flexibilné údajové a informačné zdroje. Pracuje s formátmi dokumentov typu najmä MS Office, PDF a textovými súbormi, ale aj s ďalšími formátmi až po audio a video súbory.
- *Geoúdaje* : v geografickom informačnom súbore sú uložené ako vektorové alebo rastrové dáta, obrazový katalóg alebo CAD vrstvy.

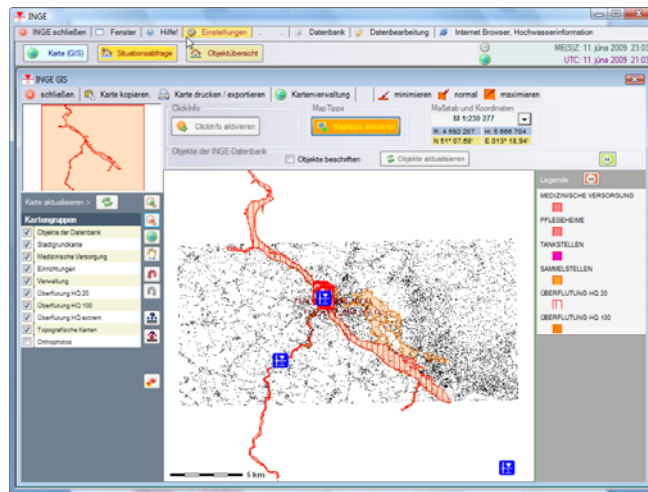
Výstupy z prostredia INGE predstavujú textové dokumenty s popisom objektov, zodpovedných pracovníkov, kompetencií či mapové výstupy. Tieto môžu byť uložené v elektronickej forme (PDF, rtf, xls, tif alebo htm) alebo ich možno vytlačiť a ďalej uchovávať v tlačenej podobe.

Z pohľadu „interface“ sa prostredie INGE prezentuje ako užívateľské prostredie založené na oknách (obr. 5).



Obr. 5: Pohľad na užívateľské prostredie systému INGE

Ako najdôležitejšia zložka, sa pri spustení programu otvorí, v záložke INGE GIS, samotná interaktívna mapa ohrozenia (obr. 6).



Obr. 6: Interaktívna mapa ohrozenia

Systém FLIWAS

FLIWAS je akronymom pre Flood Information & Warning System - Povodňový informačný a varovný systém). Je to systém založený na webovej aplikácii, je orientovaný na geografické informačné systémy (GIS), predstavuje viacplatformovú aplikáciu, modulárny systém, zároveň informačný a komunikačný systém a OpenSource program pozostávajúci z rozličných nezávisle použiteľných modulov. Pre zainteresované osoby poskytuje aktuálne informácie o blížiacich sa povodniach, a to v správnom čase, na správnom mieste, tak aby bolo možné prijať správne rozhodnutia. Týmto spôsobom zlepšuje proces rozhodovania a rovnako jednotlivým členom krízových štábov dáva priestor na uvedenie si dopadov svojich rozhodnutí.

Systém FLIWAS bol vyvinutý v spolupráci holandských, nemeckých a írskych vládnych inštitúcií v rámci projektu NOAH. V projekte MOSES, do ktorého boli zapojené krajiny ako Slovensko, Maďarsko, Rumunsko, Ukrajina a Nemecko (Sasko) sa rozhodlo o implementácii tohto systému aj v týchto krajinách [5].

Na Slovensku však k jeho implementácii doposiaľ nedošlo. Prostredie systému FLIWAS, ako aj systému INGE, je v súčasnosti prekladané do slovenského jazyka.

FLIWAS sa využíva na zber a prezentáciu informácií a výpočtov, ktoré sú potrebné pre rozhodovanie počas povodne, prípadne v čase ohrozenia blížiacou sa povodňou. Týmto spôsobom významným spôsobom prispieva k lepšej odozve na mimoriadnu udalosť a k minimalizácii jej následkov. Primárne je určený pre pracovníkov zo sféry vodohospodárstva a pre riadiacich pracovníkov na rôznych úrovniach riadenia. Umožňuje sprístupniť informácie, ktoré počas povodne možno využiť na prijatie a vykonanie vhodných praktických činností – zabezpečovacie práce (technická úroveň). Rovnako umožňuje doplniť informácie o aktuálnej výške hladiny vody či predikciu slabých miest v ochrannom vale alebo hrádzi. Rozhodnutia robené v oblasti ochrany a sledovania hrádzi počas povodne spadajú do operačnej úrovne.

Ako nástroj podpory rozhodovania zvyšuje informovanosť riadiacich pracovníkov pri rozhodovaní o prijatí jednotlivých ochranných opatrení v prípade vzniku povodne (strategická úroveň). Detailné geografické informácie spolu s výsledkami modelovania záplavových scenárov podávajú obraz o dopadoch potenciálnej povodne. Informácie a mapy, ktoré poskytuje systém umožňujú získať otázky na odpovede členov krízových štábov.

FLIWAS predstavuje užívateľsky priateľský nástroj na podporu prevencie voči povodňam, na riadenia činností spojených s minimalizáciou následkov či odstraňovaním škôd spôsobených povodňou.

Zahŕňa v sebe nasledovné subsystémy:

- monitoring s on-line meraniami a predpoveďami,
- povodňové plány zabezpečovacích a záchranných prác a evakuačné plány,
- predpovedanie povodní,
- mapy rizika,
- 2D modely záplavových scenárov,
- posudzovanie.

FLIWAS je modulárna aplikácia prístupná cez internet. Jeho základ tvorí geografický informačný systém, umožňujúci intuitívny prístup k všetkým funkciám a informáciám.

Obmedzený prístup užívateľov len k určitým funkciám, ktoré sú nevyhnutné pre jeho prácu je zabezpečený prostredníctvom užívateľských profilov.

Vodné stavy a ďalšie externe získané údaje a predpovede sa zadávajú do prostredia FLIWAS automaticky alebo manuálne. Údaje sú vizualizované v zmysle diagramov vzťahnutých k času, pozdĺžnych častí a prelínajúcich sa častí. Systém vydá varovanie ešte skôr ako výška hladiny vody presiahne preddefinovanú hodnotu prahu.

Plány zabezpečovacích a záchranných prác definuje vo FLIWAS samotný užívateľ a zároveň presúva všetky kompetencie spojené so zabezpečením opatrení na ochranu pred povodňami na organizáciu zodpovednú za ich vykonanie.

Okrem toho je užívateľ schopný priradiť dané úlohy k jednotlivým stupňom povodňovej aktivity. Pri tomto prístupe stupeň povodňovej aktivity rastie diskkrétne. Rozhodnutie zvýšiť stupeň povodňovej aktivity má automaticky za následok iniciáciu všetkých opatrení smerujúcich k zabezpečeniu ochrany pred povodňami pri danom stupni nebezpečenstva. Stupne nebezpečenstva sú na mape farebne odlišené.

V operačnom móde využíva FLIWAS plány zabezpečovacích a záchranných prác spolu s dostupnými informáciami pre stanovenie doporučení pre ďalšie merania, či prípadné zvyšovanie alebo znižovanie stupňa povodňovej aktivity. Na základe rozhodnutia operačného dôstojníka, FLIWAS okamžite informuje zodpovedných personál prostredníctvom faxu, e-mailu alebo SMS. Vývoj situácie a efektívnosť vykonaných opatrení sú monitorované priamo z koordinačného centra. Predstavuje podporný rozhodovací nástroj aj v prípade evakuácie. Umožňuje vytvorenie evakuačných plánov pre rozličné záplavové scenáre, ako aj rôzne evakuačné stratégie. V prehliadacom okne sa postupne na mape graficky vykresľuje

proces vývoja povodne. Na základe scenáru vývoja povodne a modelu cestnej siete sa počíta čas potrebný na evakuáciu.

Predstavuje nástroj pre podporu operatívneho využitia povodňových plánov zabezpečovacích a záchranných prác. Tento modul spolu s aktuálnymi rozpismi služieb a zoznamom zásob, umožňuje plánovanie ľudských zdrojov, technického vybavenia a materiálu. Systém automaticky zaznamenáva všetko čo systém a užívateľ robí: zásahy a činnosť užívateľa, systémom vyprodukované odporúčania, manuálny a automatický import údajov do systému. Tento záznam si je možné kedykoľvek opätovne prehrať. Predstavuje významný nástroj pre hľadanie možných vylepšení povodňových plánov, ako aj zvýšenia organizačnej a vedomostnej úrovne užívateľov.

Na vyhodnotenie povodňových plánov a na výcvik budúcich užívateľov systému, FLIWAS ponúka špecifické testovacie a tréningové moduly. Po aktivovaní týchto modulov dôjde k zablokovaniu externej komunikácie avšak k dispozícii sú použité staršie údaje (časové série).

5 Záver

Geoinformačné technológie sa stávajú súčasťou technologického riešenia viacerých organizácií, nevynímajúc záchranné zložky, vodohospodárov, štátnu a verejnú správu. Klasické informačné systémy sú postupne nahradzované geografickými informačnými systémami, ktoré okrem analytických funkcií, ktoré poskytovali aj klasické databázové systémy obsahujú nástroje na analýzu topologických vzťahov, meranie vzdialeností, operácie s rastrovými reprezentáciami, ktoré sa v prípade povodní a ochrany pred povodňami využívajú napríklad na modelovanie priebehu povodne. Práve vizualizačné a rozšírená analytická funkcia GIS významnou mierou môže napomôcť rozhodovaniu členov krízových štábov v prípade vzniku mimoriadnej udalosti akou je povodeň.

V príspevku je predstavených niekoľko možností ako uplatniť GIS v havarijnom plánovaní či v ako podporu rozhodovania krízových štábov v prípade vzniku povodne. Na analýzu rizík vzniku povodne a tvorbu protipovodňového varovného systému možno využiť GIS v kombinácii systémov pre podporu priestorového rozhodovania. Výsledky analýzy rizík bývajú často prezentované aj na webe čo umožní prístup k informáciám o nebezpečenstve aj širokej verejnosti. V rámci prevencie sa v havarijnom plánovaní vypracovávajú tzv. havarijné scenáre. V prípade povodní by bolo možné na základe modelovania priebehu povodne, napr. 50, 100 a 500 ročnej vody možno na základe veľkosti zaplaveného územia stanoviť a preveriť a počas taktických cvičení nacvičiť jednotlivé operačné postupy zabezpečovacích a záchranných prác. V poslednej časti príspevku sú bližšie predstavené dva systémy, ktoré sa využívajú na operatívne riadenie a podporu rozhodovania krízových štábov, a to na úrovni verejnej správy (obec, mesto – systém INGE) a na úrovni záchranných zložiek – systém FLIWAS.

Obidva sú po naplnení geouúdajmi z územia Slovenska aplikovateľné aj v našich podmienkach. K systému INGE už existuje aj slovenská jazyková mutácia, čo podporuje úsilie implementovať tento systém do podpory rozhodovania na úrovni verejnej správy.

6 Referencie

- [1] Šimák, L.: *Krízový manažment vo verejnej správe*. ŽU Žilina, 2001, ISBN 80-88829-13-5.
- [2] Koukal, M.: GIS podpora pri taktickom cvičení jednotiek HaZZ. Diplomová práca. TU Zvolen, Zvolen, 2009, str. 85.
- [3] Unucka, J.: *Modelování hydrologických procesů s podporou DPZ a GIS*. In: Informační technologie pro modelování krizových situací. Sborník z workshopu. Ostrava, 2007, str. 30 – 44, ISBN 978-80-248-1537-4.
- [4] INGE-Benutzerhandbuch. Manuál k softvérovému prostrediu INGE. 2006
- [5] C.de Gooijer: NOAH and FLIWAS: Flood calamity planning and flood partnership. Internetový zdroj, [Cit. 07.09.2009]:
www.hkv.nl/.../NOAH_and_FLIWAS_Flood_calamity_planning_and_flood_partnerships.pdf

Recenzoval: Ing. Andrea Majlingová, PhD.